

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-358359
(P2000-358359A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 2 M 1/00

識別記号

F I
H 0 2 M 1/00

テーマコード(参考)

F 5 H 7 4 0

審査請求 未請求 請求項の数 1 書面 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-202109

(22) 出願日 平成11年6月11日 (1999. 6. 11)

(71) 出願人 899000013

財団法人 理工学振興会

東京都目黒区大岡山 2-12-1

(72) 発明者 嶋田 隆一

東京都目黒区大岡山 2-12-1 番地 東京

工業大学、原子炉工学研究所内

Fターム(参考) 5H740 AA06 BA12 BB01 BB03 BC01
BC02 MM03

(54) 【発明の名称】 スナバーエネルギーを回生する電流順逆両方向スイッチ

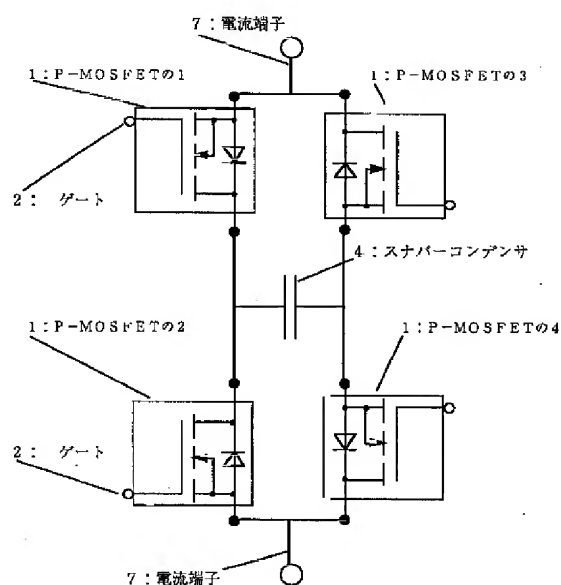
(57) 【要約】

【目的】 電流の順逆、かつ電圧の順逆の両方向制御可能で、かつスナバーエネルギーを回生するスイッチ。

【構成】 P-MOSFETのような逆導通半導体デバイスをブリッジ接続し中点にスナバーコンデンサを結合する回路。

【効果】 逆阻止能力の無い半導体デバイスに逆阻止能力を持たせ、電流の方向によらずオン・オフできるスイッチである。かつ電流遮断に伴う過電圧を吸収するため接続したスナバーコンデンサのエネルギーを損失すること無く負荷に回生できる。

本発明の実施例。P-MOSFETの1、P-MOSFETの2、P-MOSFETの3、P-MOSFETの4を図のようにブリッジ回路接続にした構成である。中点間にスナバーコンデンサが、他の中点に電流端子が結合されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 P-MOSFETや、逆導通ダイオードを並列接続したトランジスタ等の逆阻止能力を持たない半導体デバイスの4素子をブリッジ接続し、電位の上下をスナバーエネルギー吸収用のコンデンサにより結合し、中点間を電流スイッチとした電流順逆両方向スナバーエネルギー回生方式スイッチの構成。

【発明の詳細な説明】

【発明の目的】

【0001】

【発明の解決しようとする課題】この発明は、P-MOSFETや、逆導通ダイオードを並列接続したトランジスタ等の逆阻止能力を持たないが順方向制御が可能なオン抵抗の低い4素子を用いて、順逆両方向の電流をゲートの制御のみでオン・オフ可能なスイッチで、かつ遮断時の電流の持つ磁気エネルギーをスナバーコンデンサに蓄積し、次回オンするときに負荷側に放出することによってエネルギーのロスなく制御できるスイッチを提供しようとするものである。

【0002】

【産業上の利用分野】核融合装置のコイルもしくは超電導エネルギー蓄積コイルの電流を制御する場合、特に電流を減少させる場合、コイルに負の電圧を印加する必要がある。電流の磁気エネルギーを電源に回生する必要がある場合、整流器は逆電圧を発生して電流を減少させる。

【0003】さらに、核融合装置のコイル電流は直流と謂えども電流の極性を運転中に逆転する場合もある。産業分野の直流電力応用もしばしば電流の方向を逆転する場合がある。

【0004】サイリスタはこの目的で利用できる唯一の半導体の電力制御素子であり、それは電流に対して逆方向の電圧に対して耐電圧が十分ある逆阻止能力があるからである。しかし、半導体デバイスの動向は電圧型インバータへの適用が進み、IGBTやP-MOSFET、GTOサイリスタなど逆阻止能力を持たないデバイスが主流になっている。

【0005】

【本発明の目指すもの】逆阻止能力を持たない半導体デバイスの4つをブリッジ結合して、総合して両方向の電流の逆方向耐電圧を、すなわち電流の順逆、かつ電圧の順逆の4象限の制御を可能にするスイッチで電流遮断時のスナバーコンデンサの電力回生も可能な構成を提供しようとするものである。

【0006】

【従来の技術】サイリスタとダイオード以外逆電流阻止特性を持つものは市場に出ているものは少ない。例えば、コイル電流を大電流でオン、オフさせるためには、GTOサイリスタとダイオードを直列に接続して行っている。図1(a)参照。

【0007】さらに図1(b)の回路は電流を遮断するに付随して発生するスナバーコンデンサのエネルギーを回生するために、このGTOサイリスタとダイオードの直列回路を2回路並列にして、ただし他方はGTOとダイオードの順序は逆にするがその中点にスナバーコンデンサを結合することによって遮断後電流がダイオードを介して、コンデンサを充電して、磁気エネルギーを吸収し電流が停止する。次にオンするときに充電されたコンデンサのエネルギーが負荷に放電する。この方式はGTOに逆阻止能力を持たせるとともにスナバーエネルギーをロス無く回生する優れた方式であり、すでに直流送電用に開発が進められている。

【0008】

【発明が解決しようとする手段】近年、ゲート制御が簡単で、近年オン抵抗がダイオードの約半分程度のP-MOSFETの開発がすすみ電流容量が増大してきた。例えばこれを4つ用いて、それぞれ方向の異なる逆直列を、並列にブリッジ接続した4つのデバイスのゲート制御を行うことによって電流をどちらの方向にも流せるスイッチが2並列できる。図2参照。

【0009】図2に示すようにP-MOSFET2個を直列にする方法は、ソースとソースどおしを接続した回路とドレンとドレンどおしを接続した回路が2つできる。ブリッジの中点どおしをスナバーコンデンサで結合する。

【0010】P-MOSFETの寄生ダイオードが自動的に働いて、ゲート制御により順方向電流がオフすることにより、遮断された回路の残留磁気エネルギーがスナバーコンデンサに蓄積され、次回オンするときにそのエネルギーが負荷側に回生される。

【作用】

【0011】図2の回路により順逆両方向の電流をオン・オフできる。電流オフ時のスナバーエネルギーを中間に接続したコンデンサに蓄積させる。電流遮断時のスナバーエネルギーを次回オンするときに負荷にそのエネルギーを放出する。スナバー回路に抵抗を使わずにスナバーエネルギーを負荷側に放電するので損失がない。

【実施例】

【0012】順方向にも逆方向にも電流オン・オフできるスイッチの説明をする。図2の回路を用いて説明する。まず、電流を上から下へ流す場合はP-MOSFETの2と3のゲートに信号を送り、2と3をオン状態にする。説明図3の(a)。1と4へのゲートには電圧を印加しないが、その方向に流れる寄生ダイオードが自動的にオンする。説明の図3の(b)。しかしP-MOSFETの、寄生ダイオードの性能が十分でない場合、電流を流さないように寄生ダイオードがオンする場合にも自動的に1と4のゲートに信号を送ることは、オン抵抗などを小さくすることもあるため望ましい。以下、ここではこれは省略して説明している。逆にスイッチに電流

を下から上に流す場合はP-MOSFETの1と4のゲートに信号を送り、1と4をオン状態にする。このように、たすき掛けに導通状態にすることによりどちらの方向にも電流が流せる。

【0013】スイッチの電流を切る場合は、ゲート電圧を制御することにより順方向導通していたデバイスを非導通にすると、その電流はスナバーコンデンサに転流し、電流がゼロになるまでコンデンサは充電される。このエネルギーが電流遮断回路の磁気エネルギーである。コンデンサ電流がゼロになるところまで電圧が上昇し、ダイオードによりスイッチの電流は自動的に遮断され電流の遮断は完了する。

【0014】次回、スイッチをオンする場合、ゲートに制御電圧を印加するとコンデンサの電荷が導通したP-MOSFETを通して負荷側に放電し、コンデンサのエネルギーが主回路に回生される。

【0015】

【発明の効果】本発明の回路により、ゲートを制御するデバイスの選択のみで電流の順逆両方向のスイッチが可能になる。

【0016】しかも、回路に残留したインダクタンスによる磁気エネルギーがブリッジの midpoint を結ぶスナバーコンデンサに充電される形で遮断完了し、次回通電する際にスナバコンデンサのエネルギーを負荷に回生する事の出来るスナバー損失のないスイッチである。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のスナバーコンデンサ回生方式のGTOとダイオードを直列にした電流スイッチの図である。

【図2】本発明の実施例。P-MOSFETの1、P-MOSFETの2、P-MOSFETの3、P-MOSFETの4を4つの逆直列逆並列にした回路図である。中点にスナバーコンデンサが結合されている。

【図3】電流をオン・オフするシーケンスを説明する1実施例の動作説明図である。

(a) 電流通電開始、ゲートの信号を入れる。

(b) 通電状態、2 並列で通電。

(c) ゲート遮断 電流がコンデンサに流れ始める

(d) スナバー動作 スナバーコンデンサに電流が流れ、コンデンサ電流がゼロになるところまで電圧が上昇し、遮断完了。

(e) 電流通電開始 充電されたスナバーコンデンサの放電

【符号の説明】

1 : P-MOSFET

2 : ゲート

3 : GTOサイリスタ

4 : スナバーコンデンサ

5 : 電流の流れるバス

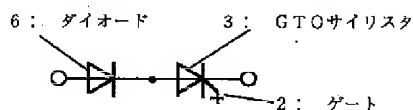
6 : ダイオード

7 : 電流端子

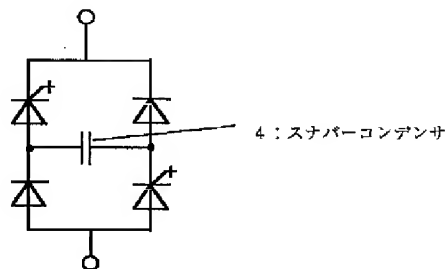
【図1】

従来の電流スイッチ

(a) 従来の逆阻止能力の無いGTOサイリスタに直列にダイオードを結合する。

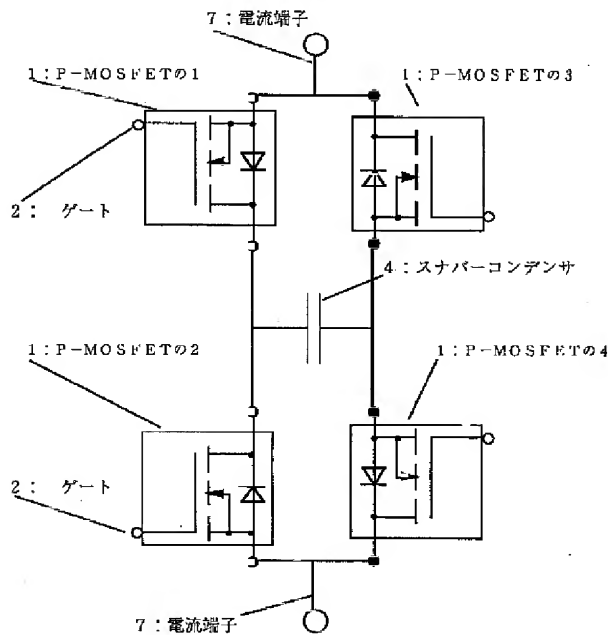


(b) スナバーコンデンサエネルギー回生方式の電流スイッチ。



【図2】

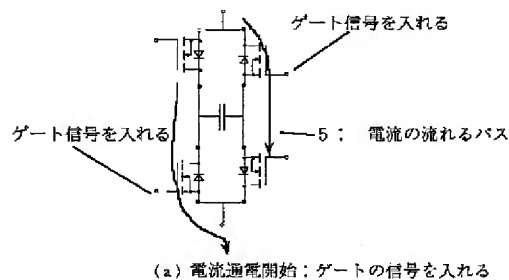
本発明の実施例。P-MOSFETの1、P-MOSFETの2、P-MOSFETの3、P-MOSFETの4を図のようにブリッジ回路接続にした構成である。中点間にスナバコンデンサが、他の中点に電流端子が結合されている。



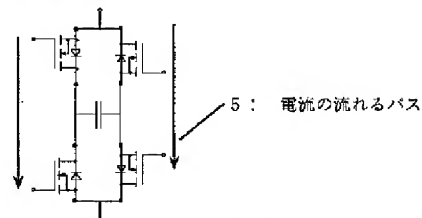
【図3】

電流をオン・オフするシーケンスを説明するため実施例の動作説明図である。

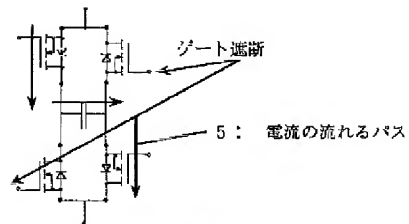
- (a) 電流通電開始：ゲートの信号を入れる。
- (b) 通電状態：2並列で通電。
- (c) ゲート遮断：電流がコンデンサに流れ始める
- (d) スナバ動作：スナバコンデンサに電流が流れ、コンデンサ電流がゼロになるところまで電圧が上昇し、遮断完了。
- (e) 電流通電開始：充電されたスナバコンデンサの放電



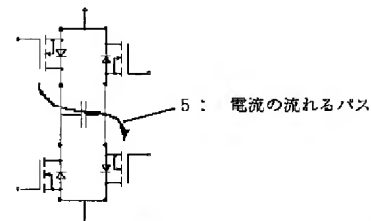
(a) 電流通電開始：ゲートの信号を入れる



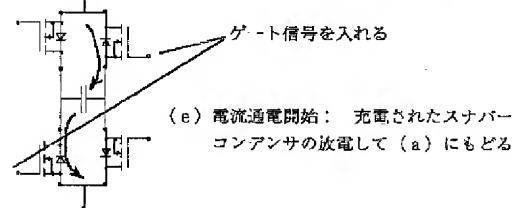
(b) 通電状態：2並列で通電。



(c) ゲート遮断：電流がコンデンサに流れ始める



(d) スナバ動作：スナバコンデンサに電流が流れ、コンデンサ電流がゼロになるところまで電圧が上昇し、遮断完了。



(e) 電流通電開始：充電されたスナバコンデンサの放電して (a) にもどる

【手続補正書】

【提出日】平成11年8月30日(1999. 8. 30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図3

【補正方法】変更

【補正内容】

【図3】

